

1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-243814
(P2002-243814A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 1 R 31/36		G 0 1 R 31/36	A 2 G 0 1 6
B 6 0 R 16/04		B 6 0 R 16/04	W 5 G 0 0 3
H 0 1 M 10/48		H 0 1 M 10/48	P 5 H 0 3 0
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	Y

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-46856(P2001-46856)
(22) 出願日 平成13年2月22日 (2001.2.22)
(31) 優先権主張番号 特願2000-339416(P2000-339416)
(32) 優先日 平成12年11月7日 (2000.11.7)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願2000-382716(P2000-382716)
(32) 優先日 平成12年12月15日 (2000.12.15)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006895
矢崎総業株式会社
東京都港区三田1丁目4番28号
(72) 発明者 川口 智博
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内
(72) 発明者 榎本 倫人
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内
(74) 代理人 100060690
弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

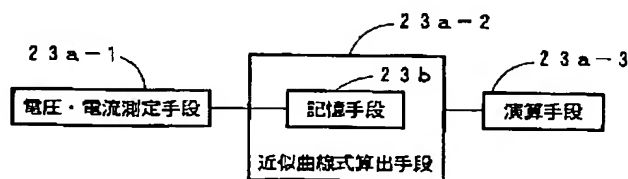
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供する。

【解決手段】 バッテリーから放電電流が流れたときの端子電圧と放電電流とを電圧・電流測定手段23a-1が周期的に測定し、増大する放電電流に対する電圧-電流特性の第1の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧-電流特性の第2の近似曲線式とを近似曲線式算出手段23a-2が求める。演算手段23a-3が、2つの近似曲線式による特性曲線上に、純抵抗と分極抵抗成分からなる合成抵抗の等しい2点を定め、この2点間の傾斜から分極抵抗成分による電圧降下分を除いた2つの補正傾斜を求め、この2つの補正傾斜の加算平均をとったものをバッテリーの純抵抗として測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定方法において、

前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式とを求め、

前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第 1 の点を、前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第 2 の点をそれぞれ定め、

前記第 2 の点に対応する第 2 の放電電流が流れたとき第 2 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分からなる第 2 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点を前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に、前記第 1 の点に対応する第 1 の放電電流が流れたとき第 1 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分からなる第 1 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点を前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定し、

前記第 2 の点と前記第 1 の想定点とを結ぶ直線の第 1 の傾斜を、前記第 2 の放電電流と前記第 1 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜を求めるとともに、前記第 1 の点と前記第 2 の想定点とを結ぶ直線の第 2 の傾斜を、前記第 1 の放電電流と前記第 2 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 1 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第 1 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 2 の補正傾斜を求め、

該求めた前記第 1 及び第 2 の傾斜を加算平均して平均傾斜を求め、該求めた平均傾斜を前記バッテリーの前記純抵抗として測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 の点と前記第 2 の点とを、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 の点と前記第 2 の点とを、前記第 1 の近似曲線

式と前記第 2 の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの放電電流の前記最大値に相当する点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式が 2 次式であることを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、

前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式とを求めるに当たって、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しておくことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 6】 車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定装置において、

前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定する電圧・電流測定手段と、

該電圧・電流測定手段によって測定した端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式とを求める近似曲線式算出手段と、

前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた第 2 の点に対応する第 2 の放電電流が流れたとき第 2 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分からなる第 1 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点を前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に、前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた第 1 の点に対応する第 1 の放電電流が流れたとき第 1 の電圧降下を生じさせるバッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分からなる第 2 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点を前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定し、前記第 2 の点と前記第 1 の想定点とを結ぶ直線の第 1 の傾斜を、

前記第 2 の放電電流と前記第 1 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜を求めるとともに、前記第 1 の点と前記第 2 の想定点とを結ぶ直線の第 2 の傾斜を、前記第 1 の放電電流と前記第 2 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 1 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第 1 の分極抵抗成分による電圧降下分

を除いた第2の補正傾斜を求め、該求めた前記第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均して平均傾斜を求める演算手段とを備え、該演算手段によって求めた前記平均傾斜を前記バッテリーの前記純抵抗として測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置。

【請求項7】 請求項6記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、

前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置。

【請求項8】 請求項6記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、

前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの放電電流の前記最大値に相当する点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置。

【請求項9】 請求項6～8のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、
前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式が2次式であることを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、

前記近似曲線式算出手段は、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるために、前記電圧・電流測定手段により周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶する記憶手段を有することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー測定方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、バッテリーから電流が放電されるとバッテリーの端子電圧に降下を生じる。その電圧降下はバッテリーの内部インピーダンス（合成抵抗）によるものであるが、バッテリーの構造などに基因するIR損（純抵抗、すなわち、オーミック抵抗による電圧降下）と、化学的な反応に基因する分極抵抗成分（活性化分極、濃度分極）による電圧降下に分けることができる。電圧－電流（V－I）特性を求めた場合、IR損による電圧降下は、バッテリーの状態が同じであれば変化しないが、分極抵抗成分による電圧降下は電流の大きさと電流の放電している時間によって変化する。よって、分極抵抗成分を

含んだV－I特性から、バッテリーの様々な状態を推定すると、不正確な推定結果となることがわかるので、分極抵抗成分を分離した純抵抗のみを測定する技術が必要とされる。

【0003】また、バッテリーは放電電流をカバーする充電を行うことによって、その充電容量の範囲内において繰り返し使用できることになっているが、過放電や電解液不足などの不測の事態を招いた場合は勿論のこと、これらの事態を招かなくても、長期間にわたって使用し経年変化が起こると、放電によって負荷に供給できる電力量である放電可能容量が急激に低下するようになる。このため、経年変化によって放電可能容量の低下している状態においては、充電を上回る放電がわずかな期間発生しても、エンジン停止後にスタータモータを起動してエンジンを再始動できなくなる事態を招きかねない。

【0004】因みに、新品と経年変化の生じているバッテリーとを比較した場合、新品に比べて経年変化の生じているバッテリーでは、その純抵抗が大きくなることが知られている。そのため、車両の定期点検時などに、バッテリー交換の目安としてバッテリーの純抵抗を測定することが考えられている。これは、純抵抗を知ることによって、純抵抗と分極抵抗成分との割合などを考慮し、劣化度を定めることができるからである。また、純抵抗が分かると、バッテリーの開回路電圧を推定するためにも利用できる。

【0005】従来、バッテリーの純抵抗を測定するために一般に使用されている測定器では、バッテリーが静的な状態にあるとき、すなわち、充放電により電解液に分極などの電圧上昇や電圧降下が生じていない平衡状態にあるときに、バッテリーの純抵抗を測定している。

【0006】その一例として、バッテリーに1kHz～100kHz程度の周波数の交流を印加して充放電を繰り返し、充電及び放電のいずれの分極も蓄積しない状況で、たとえば1μ秒程度の一定時間内に変化する電圧と電流の関係から純抵抗を求める方法がある。これは、図14に示すように、放電を止めた後、電圧が急激に回復し、その後に緩やかに回復する現象を捉え、一定時間Δt内の急激な電圧の回復が純抵抗Rによる成分のみにより生じ、その後の緩やかな変化は純抵抗を除く分極を含むその他の要素による成分（キャパシタンスおよびインダクタンス成分）により生じているとみなし、1kHz～100kHz程度の周波数の交流の各印加サイクルの短い時間内における電圧と電流の変化を捉えて純抵抗を測定しようとするものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、車両に搭載したバッテリーを対象として用いる場合には、静的な状態は限られた場合にしか存在せず、車両が使用状態にあるときには適用することができない。

【0008】また、上述した例の場合、短時間内に電圧

Vおよび電流 I のデータを収集する必要から、非常に周期の短いサンプリングを行って A/D 変換を行うことを一定時間 Δt 内に行わなければならない、単独で使用する測定器として実現できるものの、車両に搭載して使用することは非常に難しい。しかも、求める $\Delta V / \Delta I$ が精度のよいものとなるためには、 ΔV 、 ΔI の各々が大きな値を示さなければならないが、車両では限られた場合にしかこのようなものは測定できない。さらに、車両動作中に任意の交流をバッテリーに印加することができない。したがって、上述した例の方法は、車両使用中のバ

【0009】よって、本発明は上述した状況に鑑み、車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する請求項 1～請求項 5 記載の本発明は、車両用バッテリー純抵抗測定方法に関するものであり、請求項 7～請求項 10 記載の本発明は、車両用バッテリー純抵抗測定装置に関するものである。

【0011】上記課題を解決するためなされた請求項 1 記載の発明は、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式とを求め、前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第 1 の点を、前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第 2 の点をそれぞれ定め、前記第 2 の点に対応する第 2 の放電電流が流れたとき第 2 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分からなる第 2 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点を前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に、前記第 1 の点に対応する第 1 の放電電流が流れたとき第 1 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分からなる第 1 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点を前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定し、前記第 2 の点と前記第 1 の想定点とを結ぶ直線の第 1 の傾斜を、前記第 2 の放電電流と前記第 1 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜を求めるとともに、前記第 1 の点と

前記第 2 の想定点とを結ぶ直線の第 2 の傾斜を、前記第 1 の放電電流と前記第 2 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 1 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第 1 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 2 の補正傾斜を求め、該求めた前記第 1 及び第 2 の傾斜を加算平均して平均傾斜を求め、該求めた平均傾斜を前記バッテリーの前記純抵抗として測定することとを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0012】上述した請求項 1 記載の手順によれば、車両の負荷にバッテリーから電力が供給され、車両の負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式とを求める。

【0013】次に、第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第 1 の点を、第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第 2 の点をそれぞれ定める。

【0014】そして、第 2 の点に対応する第 2 の放電電流が流れたとき第 2 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分からなる第 2 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点を前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に、第 1 の点に対応する第 1 の放電電流が流れたとき第 1 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分からなる第 1 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点を前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定する。

【0015】その後、第 2 の点と第 1 の想定点とを結ぶ直線の第 1 の傾斜を、第 2 の放電電流と第 1 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第 2 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第 2 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜を求めるとともに、第 1 の点と前記第 2 の想定点とを結ぶ直線の第 2 の傾斜を、第 1 の放電電流と第 2 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第 1 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第 1 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 2 の補正傾斜を求め、

【0016】このようにして求めた第 1 及び第 2 の傾斜を加算平均して平均傾斜を求め、該求めた平均傾斜をバッテリーの純抵抗として測定している。したがって、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。

【0017】請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の車

両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 の点と前記第 2 の点とを、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0018】上述した請求項 2 記載の手順によれば、第 1 の点と第 2 の点とを、第 1 の近似曲線式と第 2 の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができる。

【0019】請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 の点と前記第 2 の点とを、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの放電電流の前記最大値に相当する点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0020】上述した請求項 3 記載の手順によれば、第 1 の点と第 2 の点とを、第 1 の近似曲線式と第 2 の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の最大値に相当する点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくできるとともに、両方の点が共通のものとなり、異なるデータを使用するものに比べて誤差の入ることを少なくすることができる。

【0021】請求項 4 記載の発明は、請求項 1～3 のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式が 2 次式であることを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0022】上述した請求項 4 記載の手順によれば、第 1 の近似曲線式と第 2 の近似曲線式が 2 次式からなるので、より実データに近い近似曲線式が傾斜を求めるために適用できるようになる。

【0023】請求項 5 記載の発明は、請求項 1～4 のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式とを求めるに当たって、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しておくことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0024】上述した請求項 5 記載の手順によれば、第 1 の近似曲線式と第 2 の近似曲線式とを求めるに当たって、周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しているので、この記憶した実データを用いて、第 1 の近似曲線式と第

2 の近似曲線式とを求めるに必要な放電電流が流れたことを確認してから、記憶してある実データを用いて第 1 の近似曲線式と第 2 の近似曲線式とを求めることができる。

【0025】上記課題を解決するためなされた請求項 6 記載の発明は、図 1 の基本構成図に示す如く、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定する電圧・電流測定手段 2 3 a - 1 と、該電圧・電流測定手段によって測定した端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式とを求める近似曲線式算出手段 2 3 a - 2 と、前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた第 2 の点に対応する第 2 の放電電流が流れたとき第 2 の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分からなる第 1 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点を前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に、前記第 1 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた第 1 の点に対応する第 1 の放電電流が流れたとき第 1 の電圧降下を生じさせるバッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分からなる第 2 の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点を前記第 2 の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定し、前記第 2 の点と前記第 1 の想定点とを結ぶ直線の第 1 の傾斜を、前記第 2 の放電電流と前記第 1 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第 2 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜を求めるとともに、前記第 1 の点と前記第 2 の想定点とを結ぶ直線の第 2 の傾斜を、前記第 1 の放電電流と前記第 2 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第 1 の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第 1 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 2 の補正傾斜を求め、該求めた前記第 1 の補正傾斜と第 2 の補正傾斜とを加算平均して平均傾斜を求める演算手段 2 3 a - 3 とを備え、該演算手段によって求めた前記平均傾斜を前記バッテリーの前記純抵抗として測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0026】上述した請求項 6 記載の構成によれば、バッテリーから車両の負荷に電力を供給して負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを電圧・電流測定手段 2 3 a - 1 が周期的に測定する。電圧・電流測定手段によって測定した端子電圧と放

電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第1の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第2の近似曲線式とを近似曲線式算出手段23a-2が求める。

【0027】バッテリーの純抵抗として測定するに当たって、演算手段23a-3が、まず、第2の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた第2の点に対応する第2の放電電流が流れたとき第2の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第1の分極抵抗成分からなる第1の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第1の想定点を前記第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に、前記第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた第1の点に対応する第1の放電電流が流れたとき第1の電圧降下を生じさせるバッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分からなる第2の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第2の想定点を前記第2の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定する。

【0028】次に、第2の点と第1の想定点とを結ぶ直線の第1の傾斜を、第2の放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第2の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜を求めるとともに、第1の点と第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、第1の放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正した上で、第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求める。

【0029】そして最後に、この求めた第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均して平均傾斜を求め、この求めた平均傾斜をバッテリーの純抵抗として測定する。したがって、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。

【0030】請求項7記載の発明は、請求項6記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるため測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0031】上述した請求項7記載の構成によれば、第1の点と第2の点とを、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としたので、傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができる。

【0032】請求項8記載の発明は、請求項6記載の車

両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定した前記バッテリーの放電電流の前記最大値に相当する点としたことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0033】上述した請求項8記載の構成によれば、第1の点と第2の点とを、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式上の、これらの式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の最大値に相当する点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができるとともに、両方の点が共通のものとなり、異なるデータを使用するものに比べて誤差の入ることを少なくすることができる。

【0034】請求項9記載の発明は、請求項6～8のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式が2次式であることを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0035】上述した請求項9記載の構成によれば、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式が2次式からなるので、より実データに近い近似曲線式が傾斜を求めるために適用できるようになる。

【0036】請求項10記載の発明は、請求項6～9のいずれかに記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記近似曲線式算出手段は、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるために、前記電圧・電流測定手段により周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶する記憶手段23bを有することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0037】上述した請求項10記載の構成によれば、記憶手段23bが、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるために、電圧・電流測定手段により周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶しているので、この記憶した実データを用いて、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるに必要な放電電流が流れたことを確認してから、記憶してある実データを用いて第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めることができる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明による車両用バッテリー純抵抗測定方法を、本発明による車両用バッテリー純抵抗測定装置と共に、図面を参照して説明するが、その前に、バッテリーそのものの特性について検討する。

【0039】因みに、12V車、42V車、EV車、HEV車には、スタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする負荷を搭載されており、これらの負荷に電力を供給するバッテリーの電圧－

電流（ $V-I$ ）特性の例は、図3及び図4に示すようになる。

【0040】 $V-I$ 特性は図3に示すように、1次式 $V = aI + b$ で近似することもできるが、図5に示す分極抵抗成分の非直線形の影響も考慮して、本実施形態では、図4に示すように、 $V = aI^2 + bI + c$ なる2次式の近似曲線式を最小二乗法によって得ることによって、高い相関を有する近似曲線式を用いることを必須とする。

【0041】上述したような大電流を必要とする負荷を駆動したとき、1回の放電によって、所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す実データに基づいて、図6のグラフ中に示すように、放電が開始され増加方向に向かう増大する放電電流に対する $V-I$ 特性の第1の近似曲線式M1と、電流が最大に達しその後減少方向に向かう減少する放電電流に対する $V-I$ 特性の第2の近似曲線式M2の2つの式が得られる。なお、図6中に記載の式は実データによって得られた具体的な近似曲線式の一例である。これらの2つの近似曲線式M1と近似曲線式M2との違いを以下分析する。

【0042】一方の近似曲線式M1の場合、放電開始時点での分極抵抗成分を基準にすると、放電が開始し電流が増加すると、分極抵抗成分は徐々に増加していく。その後、電流が最大値になったところで、分極抵抗成分がピークに達し、電流の減少に伴って分極が解消していくはずである。しかし、実際には、電流の減少に比例して分極抵抗成分は解消するのではなく反応が遅れて現れるため、近似曲線式M2の場合、増加方向と同じ $V-I$ 特性を示さず、増加方向よりも大きな電圧降下を発生させることになり、電流の増加と減少時にそれぞれ対応する2つの近似曲線式M1及びM2が得られることになる。

【0043】上述した $V-I$ 特性の2つの近似曲線式M1及びM2で表される近似曲線を用いて、バッテリーの純抵抗 R を測定する方法を、図7乃至図9を参照して、以下具体的に説明する。

【0044】まず、図7に示すように、上記近似曲線式M1で表される近似曲線上の実データの範囲内に任意の点Aを選択し、式M1の近似曲線の縦軸に対する切片C1から近似曲線上の点Aまでの電圧降下 $\Delta V1$ を求める。この $\Delta V1$ を点Aでの電流 $I1$ で除算した値は、純抵抗 R に純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 R_{pol1} を加算した合成抵抗である。すなわち、

$$R + R_{pol1} = \Delta V1 / I1$$

である。

【0045】同様に、図7に示すように、上記近似曲線式の他方M2で表される近似曲線上の実データの範囲内

に任意の点Bを選択し、式M2の近似曲線の縦軸に対する切片C2から近似曲線上の点Bまでの電圧降下 $\Delta V2$ を求める。この $\Delta V2$ を点Bでの電流 $I2$ で除算した値は、純抵抗 R に純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 R_{pol2} を加算した合成抵抗である。すなわち、

$$R + R_{pol2} = \Delta V2 / I2$$

である。

【0046】上記2点A及びBの合成抵抗の値の差 ΔR は

$$\Delta R = R + R_{pol1} - (R + R_{pol2}) = R_{pol1} - R_{pol2}$$

となり、点A及びBにおける分極抵抗成分の差となる。これは、1回の放電中の純抵抗 R は変化しないことから明らかである。

【0047】なお、式M1で表される近似曲線上には、図8に示すように、式M2の近似曲線上に選択した任意の点Bにおける合成抵抗（ $R + R_{pol2}$ ）に等しい値（ $R + R_{pol1'}$ ）をもった点A'が存在する。また、式M2で表される近似曲線上にも、図8に示すように、式M1の近似曲線上に選択した任意の点Aにおける合成抵抗（ $R + R_{pol1}$ ）に等しい値（ $R + R_{pol2'}$ ）をもった点B'が存在する。すなわち、 $R + R_{pol1'} = R + R_{pol2}$ となる点A'が式M1で表される近似曲線上に、 $R + R_{pol1} = R + R_{pol2'}$ となる点B'が式M2で表される近似曲線上にそれぞれ存在する。

【0048】要するに、点A'における電流及び電圧をそれぞれ $I1'$ 及び $V1'$ とし、点B'における電流及び電圧をそれぞれ $I2'$ 及び $V2'$ とすると、点A'の座標（ $I1'$ 、 $V1'$ ）と点Bの座標（ $I2$ 、 $V2$ ）の分極抵抗成分の値が互いに等しく、また点Aの座標（ $I1$ 、 $V1$ ）と点B'（ $I2'$ 、 $V2'$ ）の分極抵抗成分の値も互いに等しいことがわかる。

【0049】まず、B点を基準とし、この点Bの合成抵抗の値（ $R + R_{pol2}$ ）と等しい値を持つ点A'の電流 $I1'$ と電圧 $V1'$ の算出の仕方を以下説明する。

【0050】今、式1で表される近似曲線の縦軸に対する切片C1からこの点A'までの電圧降下を $\Delta V1'$ とすると、これは

$$\Delta V1' = C1 - (a1I1'^2 + b1I1' + C1) = (R + R_{pol2})I1'$$

となり、この式を整理すると、

$$-(a1I1' + b1) = R + R_{pol2}$$

となり、点A'の電流 $I1'$ は

$$I1' = -(b1 + R + R_{pol2}) / a1$$

となる。なお、 $R + R_{pol2} (= R + R_{pol1'}) = \Delta V2 / I2 (= \Delta V1' / I1')$ であるので、

$$I1' = -(b1 + (\Delta V2 / I2)) / a1$$

$$= -(b1 + (\Delta V1' / I1')) / a1$$

となる。また、点A'の電圧 $V1'$ は、上記式から明らかなように、

$$V1' = a1 I1'^2 + b1 I1' + C1$$

であるので、点A'の座標($I1'$ 、 $V1'$)は既知の値から定められる。

【0051】同様に、A点を基準とし、この点Aの抵抗値($R + R_{pol1}$)と等しい値を持つ点B'の電流 $I2'$ と電圧 $V2'$ も、

$$I2' = -[b2 + (\Delta V1 / I1)] / a2$$

$$= -[b2 + (\Delta V2' / I2')] / a2$$

$$V2' = a2 I2'^2 + b2 I2' + C2$$

により既知の値から算出できる。なお、 $\Delta V2'$ は、式2で表される近似曲線の縦軸に対する切片C2からこの点B'までの電圧降下である。

【0052】上述のようにして、点A'の座標($I1'$ 、 $V1'$)が定まったら、図8に示すように、点A'の座標($I1'$ 、 $V1'$)と点Bの座標($I2$ 、 $V2$)とを結ぶ直線L1の傾斜を求めることによって合成抵抗の値 $R1$ が求められる。この合成抵抗の値 $R1$ は、純抵抗と分極抵抗成分 R_{pol2} とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差($V1' - V2$)を各点において流れる電流の差($I1' - I2$)によって除算することによって求められる。すなわち、
 $R1 = (V1' - V2) / (I1' - I2)$
 となる。

【0053】同様に、点B'の座標($I2'$ 、 $V2'$)が定まったら、図9に示すように、点B'の座標($I2'$ 、 $V2'$)と点Aの座標($I1$ 、 $V1$)とを結ぶ直線L2の傾斜を求めることによって合成抵抗の値 $R2$ が求められる。この合成抵抗の値 $R2$ は、純抵抗と分極抵抗成分 R_{pol1} とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差($V1 - V2'$)を各点において流れる電流の差($I1 - I2'$)によって除算することによって求められる。すなわち、
 $R2 = (V1 - V2') / (I1 - I2')$
 となる。

【0054】しかしながら、上述のようにして求められる合成抵抗の値 $R1$ 及び $R2$ は、純抵抗と分極抵抗成分とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差を各点において流れる電流の差によって除算して求めたもので、純抵抗とは一致しない。2点間の傾きを純抵抗と一致させるには、分極抵抗成分によって生じる電圧降下分を除いた電圧降下の差を電流差によって除算してやればよい。

【0055】まず、点Bを基準にした場合について説明すると、今、合成抵抗の値 $R1$ を

$$R1 = R1' + R_{pol2} = R1' + R_{pol1}'$$

とすると、抵抗 $R1'$ に点A'の電流 $I1'$ と点Bの電流 $I2$ との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 R_{pol1}' (又は R_{po}

$I2$)に点A'の電流 $I1'$ と点Bの電流 $I2$ の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分だけ、点A'の電圧を持ち上げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R1' (I1' - I2) = [V1' + R_{pol1}' (I1' - I2)] - V2$$

【0056】この式を整理すると、

$$R1' (I1' - I2) = (V1' - V2) + R_{pol1}' (I1' - I2)$$

となる。ここで、 $R_{pol1}' = \Delta V1' / I1' - R1'$ であるので、

$$R1' (I1' - I2) = (V1' - V2) + (\Delta V1' / I1' - R1') (I1' - I2)$$

$$2R1' (I1' - I2) = (V1' - V2) + \Delta V1' / I1' (I1' - I2)$$

となり、結果として、

$$R1' = [(V1' - V2) + (\Delta V1' / I1')] / 2 (I1' - I2)$$

が求められる。なお、 $(\Delta V1' / I1')$ は $(\Delta V2 / I2)$ と置き換えることができる。

【0057】次に、点Aを基準にした場合にも同様にして

$$R2 = R2' + R_{pol1} = R2' + R_{pol2}'$$

とすると、この抵抗 $R2'$ に点Aの電流 $I1$ と点B'の電流 $I2'$ の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 R_{pol2}' (又は R_{pol1})に点Aの電流 $I1$ と点B'の電流 $I2'$ との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分、点B'の電圧を引き下げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R2' (I1 - I2') = V1 - [V2' - R_{pol2}' (I1 - I2')]$$

【0058】この式を整理すると、

$$R2' (I1 - I2') = (V1 - V2') + R_{pol2}' (I1 - I2')$$

となる。ここで、 $R_{pol2}' = \Delta V2' / I2' - R2'$ であるので、

$$R2' (I1 - I2') = (V1 - V2') + (\Delta V2' / I2' - R2') (I1 - I2')$$

$$2R2' (I1 - I2') = (V1 - V2') + \Delta V2' / I2' (I1 - I2')$$

となり、結果として、

$$R2' = [(V1 - V2') + (\Delta V2' / I2')] / 2 (I1 - I2')$$

が求められる。なお、 $(\Delta V2' / I2')$ は $(\Delta V1 / I1)$ と置き換えることができる。

【0059】上述したように求められた2つの値 $R1'$ 及び $R2'$ は、2つの点A及びBを基準にし、異なる分極抵抗成分($R_{pol1}' = R_{pol2}$)と($R_{pol1} = R_{pol2}'$)を用い、しかも異なる切片C1から

の電圧降下 ΔV_1 (ΔV_1)と切片 C_2 からの電圧降下 ΔV_2 (ΔV_2)を用いて求めたものである。真の純抵抗 R となり得ない。したがって、両者の加算平均 $R = (R_1' + R_2') / 2$

をとることによって、真の純抵抗 R が求められる。

【0060】そこで、車両用バッテリー純抵抗測定方法を図7乃至図9を参照して先ず説明する。車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載された、例えばスタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする負荷が動作されると、バッテリーからは所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを、例えば1msの周期にてサンプリングすることで、周期的に測定することによって、バッテリーの端子電圧と放電電流との組が多数得られる。

【0061】このようにして得られたバッテリーの端子電圧と放電電流との組の最新のものを、所定時間分、例えばRAMなどの書換可能な記憶手段としてのメモリに格納、記憶して収集する。メモリに格納、記憶して収集した端子電圧と放電電流との組を用いて、最小二乗法により、端子電圧と放電電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧-電流特性の例えば $V_1(I) = a_1 I^2 + b_1 I + C_1$ なる2次式で表される第1の近似曲線式 M_1 と、減少する放電電流に対する電圧-電流特性の例えば $V_2(I) = a_2 I^2 + b_2 I + C_2$ なる2次式で表される第2の近似曲線式 M_2 とを求める。

【0062】次に、第1の近似曲線式 M_1 によって表される電圧-電流特性曲線上に第1の点Aを、第2の近似曲線式 M_2 によって表される電圧-電流特性曲線上に第2の点Bをそれぞれ定める。このとき、第1の近似曲線式 M_1 によって表される電圧-電流特性曲線上に定められる第1の点Aと、第2の近似曲線式 M_2 によって表される電圧-電流特性曲線上に定められる第2の点Bとは、各近似曲線式を求める際に使用された端子電圧と放電電流の実データの存在する範囲内に好ましく定められる。このように定めることによって、その後、各点に対応する想定点を想定する際に、想定点が大きく外れた位置に想定されることがなくなる。また、好ましくは、第1の点Aと第2の点Bは、分極抵抗成分が最大となる点の両側に定められるのがよい。このように定めることによって、最大点の両側に想定点が定められるようになる。その後、純抵抗を求める際の精度が高まるようになる。

【0063】そして、第2の点Bに対応する第2の放電電流 I_2 が流れたとき第2の電圧降下 ΔV_2 を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分 $R_{p o l 2}$ からなる第2の合成抵抗 R_2 と同一の抵抗値を有する第1の想定点A'を第1の近似曲線式 M_1 上に、第1の点Aに対応する第1の放電電流 I_1 が流れたとき第1の電圧降下 ΔV_1 を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第1の

分極抵抗成分 $R_{p o l 1}$ からなる第1の合成抵抗 R_1 と同一の抵抗値を有する第2の想定点B'を第2の近似曲線式 M_2 上にそれぞれ想定する。

【0064】2つの想定点A'及びB'が想定できたら、第2の点Bと第1の想定点A'とを結ぶ直線 L_1 の第1の傾斜 R_1 を、第2の放電電流 I_2 と第1の想定点A'での放電電流 I_1' とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分 $R_{p o l 2}$ による電圧降下の差分 $R_{p o l 2}(I_1' - I_2)$ を補正した上で、第2の分極抵抗成分 $R_{p o l 2}$ による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜 R_1' を求めるとともに、前記第1の点と前記第2の想定点B'とを結ぶ直線 L_2 の第2の傾斜 R_2 を、第1の放電電流 I_1 と第2の想定点B'での放電電流 I_2' とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分 $R_{p o l 1}$ による電圧降下の差分 $R_{p o l 1}(I_1 - I_2')$ を補正した上で、第1の分極抵抗成分 $R_{p o l 1}$ による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜 R_2' を求める。

【0065】このようにして求めた第1の補正傾斜 R_1' と第2の補正傾斜 R_2' とを加算平均して平均傾斜を求め、この求めた平均傾斜をバッテリーの純抵抗 R として測定する。

【0066】上述したようなことを可能にして本発明の車両用バッテリー純抵抗測定方法を実施する装置の具体的な実施の形態を、図面に戻って以下説明する。

【0067】図2は本発明の車両用バッテリー純抵抗測定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車両用バッテリー純抵抗測定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図であり、図中符号1で示す本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置は、エンジン3に加えてモータジェネレータ5を有するハイブリッド車両に搭載されている。

【0068】そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン3の出力のみをドライブシャフト7からディファレンシャルケース9を介して車輪11に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー13からの電力によりモータジェネレータ5をモータとして機能させて、エンジン3の出力に加えてモータジェネレータ5の出力をドライブシャフト7から車輪11に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

【0069】また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ5をジェネレータ(発電機)として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換してバッテリー13を充電させるように構成されている。

【0070】なお、モータジェネレータ5はさらに、図示しないスタータスイッチのオンに伴うエンジン3の始動時に、エンジン3のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられるが、その場合にモータジェネレータ5には、短時間に大きな電流が流される。

スタータスイッチのオンによりモータジェネレータ 5 によってエンジン 3 が始動されると、イグニッションキー（図示せず。）の操作解除に伴って、スタータスイッチがオフになってイグニッションスイッチやアクセサリスイッチのオン状態に移行し、これに伴ってバッテリー 13 から流れる放電電流は、定常電流に移行する。

【0071】話を構成の説明に戻すと、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置 1 は、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ 5 等、電装品に対するバッテリー 13 の放電電流 I や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ 5 からのバッテリー 13 に対する充電電流を検出する電流センサ 15 と、バッテリー 13 に並列接続した無限大抵抗を有し、バッテリー 13 の端子電圧 V を検出する電圧センサ 17 とを備えている。

【0072】また、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置 1 は、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力がインタフェース回路（以下、「 I/F 」と略記する。）21 における A/D 変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23 をさらに備えている。

【0073】そして、前記マイコン 23 は、CPU 23 a、RAM 23 b、及び、ROM 23 c を有しており、このうち、CPU 23 a には、RAM 23 b 及び ROM 23 c の他、前記 I/F 21 が接続されており、また、上述した図示しないスタータスイッチ、イグニッションスイッチやアクセサリスイッチ、モータジェネレータ 5 以外の電装品（負荷）のスイッチ等が、さらに接続されている。

【0074】前記 RAM 23 b は、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 23 c には、CPU 23 a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されている。

【0075】なお、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力である電流値及び電圧値は、短い周期で高速にサンプリングされて I/F 21 を介して、マイコン 23 の CPU 23 a に取り込まれ、取り込まれた電流値及び電圧値は前記 RAM 23 b のデータエリア（記憶手段に相当する）に所定期間前のものから最新のもののまでの分、格納、記憶される。この記憶された実データは、バッテリーの電圧—電流特性の 2 次の近似曲線式を求めるために利用される。

【0076】次に、前記 ROM 23 c に格納された制御プログラムに従い CPU 23 a が行う処理を、図 10 を参照して説明する。

【0077】バッテリー 13 からの給電を受けてマイコン 23 が起動しプログラムがスタートすると、CPU 23 a は、まず初期設定を実行する（ステップ S1）。

【0078】ステップ S1 の初期設定が済んだならば、

次に、CPU 23 a は、電流センサ 15 の検出したバッテリー 13 の放電電流 I と電圧センサ 17 の検出したバッテリー 13 の端子電圧 V との A/D 変換値を対にして I/F 21 を介して読み込み、読み込んだ実データの最新のものを、所定時間分、RAM 23 b のデータエリアに格納、記憶して収集する実データ収集処理を実行する（ステップ S2）。このステップ S2 における実データ収集処理は常に継続的に行われる。

【0079】続いて、ステップ S2 において収集された放電電流 I と端子電圧 V との最新の所定時間分の実データは分析され、最小二乗法を適用して、電圧—電流特性の 2 次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうか判定される。すなわち、バッテリーから所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れているかどうかを分析する分析処理を行う（ステップ S3）。

【0080】ステップ S3 における分析の結果、電圧—電流特性の 2 次の近似曲線式を求めるのに適当なものが収集されているとき（ステップ S4 の Y）、増大する放電電流に対する電圧—電流特性の $V_1(I) = a_1 I^2 + b_1 I + C_1$ なる 2 次式で表される第 1 の近似曲線式 M1 と、減少する放電電流に対する電圧—電流特性の例えば $V_2(I) = a_2 I^2 + b_2 I + C_2$ なる 2 次式で表される第 2 の近似曲線式 M2 とを求める近似曲線式算出処理を実行する（ステップ S5）。

【0081】ステップ S5 の近似曲線式算出処理によって、2 つの近似曲線式 M1 及び M2 が求まった後、次に、バッテリーの純抵抗を求めるための演算処理を実行する（ステップ S6）。ステップ S6 における演算処理では、近似曲線式 M2 によって表される電圧—電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流が流れたとき電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分からなる合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点を第 1 の近似曲線式 M1 によって表される電圧—電流特性曲線上に想定する。また、第 1 の近似曲線式 M1 によって表される電圧—電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流が流れたとき電圧降下を生じさせるバッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分からなる合成抵抗と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点を第 2 の近似曲線式 M2 によって表される電圧—電流特性曲線上に想定する。

【0082】ステップ S6 における演算処理では、また、近似曲線式 M2 によって表される電圧—電流特性曲線上に定めた点と第 1 の想定点とを結ぶ直線の第 1 の傾斜を、第 2 の近似曲線式によって表される電圧—電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流と第 2 の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第 2 の分極抵抗成分による電圧降下の差分を補正した上で、第 2 の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜を求める。

【0083】ステップ S6 における演算処理では、さら

に、近似曲線式M1によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた点と第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分による電圧降下の差分を補正した上で、第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求める。そして、ステップS6において求めた第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均して平均傾斜を求め、平均傾斜をバッテリーの純抵抗として測定し、この測定した純抵抗は種々の目的で使用するため、RAM23bのデータエリアに格納されて記憶される（ステップS7）。ステップS7の測定処理が終了したら、次にステップS4の判定がYとなって、ステップS5の近似曲線式算出処理、ステップS6の演算処理を実行する機会がくるまで、ステップS2の収集処理とステップS3の分析処理とを繰り返し実行する。

【0084】また、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1ではフローチャートにおけるステップS2が請求項中の電圧・電流測定手段に対する処理となっており、ステップS5が請求項中の近似曲線算出手段に対応する処理となっており、ステップS6が請求項中の演算手段に対応する処理となっている。

【0085】次に、上述のように構成された本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1の動作（作用）について説明する。

【0086】まず、ハイブリッド車両のモータジェネレータ5以外の電装品（負荷）が作動したり、モータジェネレータ5がモータとして機能するように作動している状態で、それに伴いバッテリー13が放電を行っている状態では、負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とが周期的に測定される。

【0087】また、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1では、周期的に測定された最新のものが、所定時間分、RAM23bのデータエリアに格納、記憶して収集され、収集された放電電流Iと端子電圧Vとの最新の所定時間分の実データは分析され、最小二乗法を適用して、電圧－電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうか判定される。すなわち、バッテリーから所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れているかどうか分析される。

【0088】このため、電圧－電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものが収集されるまで、近似曲線式算出処理が行われることがなく、近似曲線式算出処理も、過去に収集した所定時間分の実データを用いて行われればよいので、端子電圧と放電電流との周期的な測定に同期して処理を行わなくてもよく、早い処理速度が求められる。

【0089】さらに、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1では、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内に定めた2つの点を用いているが、必要とされる精度との関係において支障がない限り、これに制限されるものでない。しかし、精度を保つためには、第1の近似曲線式の単調増加あるいは第2の近似曲線式の単調減少の範囲内に定めることが好ましい。

【0090】なお、上述した実施の形態では、V－I特性の2つの近似曲線式M1及びM2で表される近似曲線上の実データの存在する範囲内に任意の点A及びBを選択しているが、これらの点を2つの近似曲線式M1及びM2上の、これらの式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の最大値に相当する点Pに選択し、両方の点を共通のデータを使用して特定することで、誤差の入ることを少なくすることができ、図11～図13を参照して、以下具体的に説明する。

【0091】まず、図11に示すように、2つの近似曲線式M1及びM2上のバッテリーの放電電流の最大値に相当する点Pを選択する。そして、式M1の近似曲線の縦軸に対する切片C1から近似曲線上の点Pまでの電圧降下 $\Delta V1$ を求める。この $\Delta V1$ を点Pでの電流 I_p で除算した値は、純抵抗Rに純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 R_{pol1} を加算した合成抵抗である。すなわち、 $R + R_{pol1} = \Delta V1 / I_p$ である。

【0092】次に、同図に示すように、式M2の近似曲線の縦軸に対する切片C2から近似曲線上の点Pまでの電圧降下 $\Delta V2$ を求める。この $\Delta V2$ を点Pでの電流 I_p で除算した値は、純抵抗Rに純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 R_{pol2} を加算した合成抵抗である。すなわち、 $R + R_{pol2} = \Delta V2 / I_p$ である。

【0093】上記式M1の近似曲線上の点Pと式M2の近似曲線上の点Pの合成抵抗の値の差 ΔR は

$$\Delta R = R + R_{pol1} - (R + R_{pol2}) = R_{pol1} - R_{pol2}$$

となり、異なる近似曲線上の点Pにおける分極抵抗成分の差となる。これは、1回の放電中の純抵抗Rは変化しないことから明らかである。

【0094】なお、式M1で表される近似曲線上には、図12に示すように、式M2の近似曲線上に選択した任意の点Pにおける合成抵抗 $(R + R_{pol2})$ に等しい値 $(R + R_{pol1'})$ をもった点P1が存在する。また、式M2で表される近似曲線上にも、図12に示すように、式M1の近似曲線上に選択した任意の点Pにおける合成抵抗 $(R + R_{pol1})$ に等しい値 $(R + R_{pol2'})$ をもった点P2が存在する。すなわち、 $R + R_p$

$o11' = R + R_{p o12}$ となる点P1が式M1で表される近似曲線上に、 $R + R_{p o11} = R + R_{p o12'}$ となる点P2が式M2で表される近似曲線上にそれぞれ存在する。

【0095】要するに、点P1における電流及び電圧をそれぞれ I_{p1} 及び V_{p1} とし、点P2における電流及び電圧をそれぞれ I_{p2} 及び V_{p2} とすると、点P1の座標(I_{p1} 、 V_{p1})と点Pの座標(I_p 、 V_p)の分極抵抗成分の値が互いに等しく、また点Pの座標(I_p 、 V_p)と点P2(I_{p2} 、 V_{p2})の分極抵抗成分の値も互いに等しいことがわかる。

【0096】まず、式M2の近似曲線上の点Pを基準とし、この点Pの合成抵抗の値($R + R_{p o12}$)と等しい値($R + R_{p o11'}$)を持つ点P1の電流 I_{p1} と電圧 V_{p1} の算出の仕方を以下説明する。

【0097】今、式M1で表される近似曲線の縦軸に対する切片C1からこの点P1までの電圧降下を ΔV_{p1} とすると、これは

$$\Delta V_{p1} = C1 - (a1 I_{p1}^2 + b1 I_{p1} + C1) = (R + R_{p o12}) I_{p1}$$

となり、この式を整理すると、

$$-(a1 I_{p1} + b1) = R + R_{p o12}$$

となり、点P1の電流 I_{p1} は

$$I_{p1} = -(b1 + R + R_{p o12}) / a1$$

となる。なお、 $R + R_{p o12} (= R + R_{p o11'}) = \Delta V_{p1} / I_{p1} (= \Delta V_{p1} / I_{p1})$ であるので、

$$I_{p1} = -(b1 + (\Delta V_{p1} / I_{p1})) / a1$$

$$= -(b1 + (\Delta V_{p1} / I_{p1})) / a1$$

となる。また、点P1の電圧 V_{p1} は、上記式から明らかなように、

$$V_{p1} = a1 I_{p1}^2 + b1 I_{p1} + C1$$

であるので、点P1の座標(I_{p1} 、 V_{p1})は既知の値から定められる。

【0098】同様にして、式M1の近似曲線上の点Pを基準とし、P点を基準とし、この点Pの抵抗値($R + R_{p o11}$)と等しい値($R + R_{p o12'}$)を持つ点P2の電流 I_{p2} と電圧 V_{p2} も、

$$I_{p2} = -(b2 + (\Delta V_{p2} / I_{p2})) / a2$$

$$= -(b2 + (\Delta V_{p2} / I_{p2})) / a2$$

$$V_{p2} = a2 I_{p2}^2 + b2 I_{p2} + C2$$

により既知の値から算出できる。なお、 ΔV_{p2} は、式M2で表される近似曲線の縦軸に対する切片C2からこの点P2までの電圧降下である。

【0099】上述のようにして、点P1の座標(I_{p1} 、 V_{p1})が定まったら、図12に示すように、点P1の座標(I_{p1} 、 V_{p1})と点Pの座標(I_p 、 V_p)とを結ぶ直線L1の傾斜を求めることによって合成抵抗の値R1が求められる。この合成抵抗の値R1は、純抵抗と分極抵抗成分 $R_{p o12}$ とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差($V_{p1} - V_p$)を各点にお

いて流れる電流の差($I_{p1} - I_p$)によって除算することによって求められる。すなわち、

$$R1 = (V_{p1} - V_p) / (I_{p1} - I_p)$$

となる。

【0100】同様にして、点P2の座標(I_{p2} 、 V_{p2})が定まったら、図13に示すように、点P2の座標(I_{p2} 、 V_{p2})と点Pの座標(I_p 、 V_p)とを結ぶ直線L2の傾斜を求めることによって合成抵抗の値R2が求められる。この合成抵抗の値R2は、純抵抗と分極抵抗成分 $R_{p o11}$ とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差($V_p - V_{p2}$)を各点において流れる電流の差($I_p - I_{p2}$)によって除算することによって求められる。すなわち、

$$R2 = (V_p - V_{p2}) / (I_p - I_{p2})$$

となる。

【0101】しかしながら、上述のようにして求められる合成抵抗の値R1及びR2は、純抵抗と分極抵抗成分とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差を各点において流れる電流の差によって除算して求めたもので、純抵抗とは一致しない。2点間の傾きを純抵抗と一致させるには、分極抵抗成分によって生じる電圧降下分を除いた電圧降下の差を電流差によって除算してやればよい。

【0102】まず、式M2の近似曲線上の点Pを基準にした場合について説明すると、今、合成抵抗の値R1を $R1 = R1' + R_{p o12} = R1' + R_{p o11'}$ とすると、抵抗 $R1'$ に点P1の電流 I_{p1} と点Pの電流 I_p との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 $R_{p o11'}$ (又は $R_{p o12}$)に点P1の電流 I_{p1} と点P2の電流 I_p の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分だけ、点P1の電圧を持ち上げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R1' (I_{p1} - I_p) = [V_{p1} + R_{p o11'} (I_{p1} - I_p)] - V2$$

【0103】この式を整理すると、

$$R1' (I_{p1} - I_p) = (V_{p1} - V_p) + R_{p o11'} (I_{p1} - I_p)$$

となる。ここで、 $R_{p o11'} = \Delta V_{p1} / I_{p1} - R1'$ であるので、

$$R1' (I_{p1} - I_p) = (V_{p1} - V_p) + (\Delta V_{p1} / I_{p1} - R1') (I_{p1} - I_p)$$

$$2R1' (I_{p1} - I_p) = (V_{p1} - V_p) + \Delta V_{p1} / I_{p1} (I_{p1} - I_p)$$

となり、結果として、

$$R1' = [(V_{p1} - V_p) + (\Delta V_{p1} / I_{p1})] / 2 (I_{p1} - I_p)$$

が求められる。なお、 $(\Delta V_{p1} / I_{p1})$ は $(\Delta V2 / I_p)$ と置き換えることができる。

【0104】次に、式M1の近似曲線上の点Pを基準に

した場合にも同様にして

$$R2 = R2' + R_{pol1} = R2' + R_{pol2'}$$

とすると、この抵抗 $R2'$ に点 P の電流 I_p と点 P2 の電流 I_{p2} の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 $R_{pol2'}$ (又は R_{pol1}) に点 P の電流 I_p と点 P2 の電流 I_{p2} との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分、点 P2 の電圧を引き下げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R2' (I_p - I_{p2}) = V_p - [V_{p2} - R_{pol2'} (I_p - I_{p2})] \quad 10$$

【0105】この式を整理すると、

$$R2' (I_p - I_{p2}) = (V_p - V_{p2}) + R_{pol2'} (I_p - I_{p2})$$

となる。ここで、 $R_{pol2'} = \Delta V_{p2} / I_{p2} - R2'$ であるので、

$$R2' (I_p - I_{p2}) = (V_p - V_{p2}) + (\Delta V_{p2} / I_{p2} - R2') (I_p - I_{p2})$$

$$2R2' (I_p - I_{p2}) = (V_p - V_{p2}) + \Delta V_{p2} / I_{p2} (I_p - I_{p2})$$

となり、結果として、

$$R2' = [(V_p - V_{p2}) + (\Delta V_{p2} / I_{p2})] / 2 (I_p - I_{p2})$$

が求められる。なお、 $(\Delta V_{p2} / I_{p2})$ は $(\Delta V_p / I_p)$ と置き換えることができる。

【0106】上述したように求められた 2 つの値 $R1'$ 及び $R2'$ は、2 つの点 A 及び B を基準にし、異なる分極抵抗成分 ($R_{pol1'} = R_{pol2}$) と ($R_{pol1} = R_{pol2'}$) を使い、しかも異なる切片 C1 からの電圧降下 ΔV_{p1} (ΔV_p) と切片 C2 からの電圧降下 ΔV_{p2} (ΔV_p) を用いて求めたものであるので、真の純抵抗 R となり得ない。したがって、両者の加算平均

$$R = (R1' + R2') / 2$$

をとることによって、真の純抵抗 R が求められる。

【0107】図 11～図 13 を参照して説明した車両用バッテリー純抵抗測定方法では、2 つの近似曲線式 M1 及び M2 上のバッテリーの放電電流の最大値に相当する点に点 P をそれぞれ定め、共通のデータを使用して特定しているため、誤差の入ることを少なくすることができる。

【0108】そして、第 2 の近似曲線式 M2 で表される曲線上の点 P に対応する放電電流 I_p が流れたとき第 2 の電圧降下 ΔV_2 を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 2 の分極抵抗成分 R_{pol2} からなる第 2 の合成抵抗 $R2$ と同一の抵抗値を有する第 1 の想定点 P1 を第 1 の近似曲線式 M1 上に、第 1 の近似曲線 M1 で表される曲線上の点 P に対応する放電電流 I_p が流れたとき第 1 の電圧降下 ΔV_1 を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第 1 の分極抵抗成分 R_{pol1} からなる第 1 の合成抵抗 $R1$ と同一の抵抗値を有する第 2 の想定点 P2 を第 2 の近似曲

線式 M2 上にそれぞれ想定する。

【0109】2 つの想定点 P1 及び P2 が想定できたら、点 P と第 1 の想定点 P1 とを結ぶ直線 L1 の第 1 の傾斜 $R1$ を、放電電流 I_p と第 1 の想定点 P1 での放電電流 I_{p1} とによってそれぞれ生じる、第 2 の分極抵抗成分 R_{pol2} による電圧降下の差分 $R_{pol2} (I_{p1} - I_p)$ に相当する量補正して、第 2 の分極抵抗成分 R_{pol2} による電圧降下分を除いた第 1 の補正傾斜 $R1'$ を求めるとともに、前記点 P と前記第 2 の想定点 P2 とを結ぶ直線 L2 の第 2 の傾斜 $R2$ を、放電電流 I_p と第 2 の想定点 P2 での放電電流 I_{p2} とによってそれぞれ生じる、第 1 の分極抵抗成分 R_{pol1} による電圧降下の差分 $R_{pol1} (I_p - I_{p2})$ に相当する量補正して、第 1 の分極抵抗成分 R_{pol1} による電圧降下分を除いた第 2 の補正傾斜 $R2'$ を求める。

【0110】このようにして求めた第 1 の補正傾斜 $R1'$ と第 2 の補正傾斜 $R2'$ とを加算平均して平均傾斜を求め、この求めた平均傾斜をバッテリーの純抵抗 R として測定する。

【0111】本実施の形態は、2 つの近似曲線式 M1 及び M2 上のバッテリーの放電電流の最大値に相当する共通の点 P に 2 点を定めている点を除き、図 7～図 9 について上述した実施の形態と同じで、図 10 のフローチャートに示した処理とほぼ同じ処理にて実行可能であるので、本実施の形態のフローチャートを示すことを省略する。

【0112】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 又は 6 記載の発明によれば、車両の負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定して求めた端子電圧と放電電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式の上に 2 つの点をそれぞれ定め、各点に対応する放電電流が流れたとき電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と分極抵抗成分からなる合成抵抗と同一の抵抗値を有する想定点を各近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上にそれぞれ想定し、各点と各想定点を結ぶ各直線の傾斜を、放電電流と想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、分極抵抗成分による電圧降下分を除いた補正傾斜を求め、求めた補正傾斜を加算平均して平均傾斜を求め、該求めた平均傾斜をバッテリーの純抵抗として測定し、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができるので、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定

の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーを通常状態で使用している際、すなわち、車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0113】上述した請求項2又は7記載の発明によれば、純抵抗を測定するために2点間の傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができるので、純抵抗の測定精度を安定したものに保つことのできる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0114】上述した請求項3又は8記載の発明によれば、2つの点を、各近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の最大値に相当する点として、傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくできるとともに、両方の点が共通のものとなり、異なるデータを使用するものに比べて誤差の入ることを少なくすることができるので、純抵抗の測定精度を安定したものに保つことのできる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0115】上述した請求項4又は9記載の発明によれば、2つの近似曲線式が2次式からなり、より実データに近い近似曲線式が傾斜を求めるために適用できるようになるので、純抵抗の測定精度を安定したものに保つことのできる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0116】上述した請求項5又は10記載の発明によれば、記憶した実データを用いて、2つの近似曲線式を求めるに必要な放電電流が流れたことを確認してから、記憶してある実データを用いて近似曲線式とを求めることができるので、無駄な処理を省くとともに、リアルタイムな高速処理を行うことなく純抵抗を測定することのできる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車両用バッテリー純抵抗測定装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の車両用バッテリー純抵抗測定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車両用バッテリー純抵抗測

定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図である。

【図3】1次近似式で表したV-I特性の一例を示すグラフである。

【図4】2次近似曲線式で表したV-I特性の一例を示すグラフである。

【図5】電流に対する分極の変化の一例を示すグラフである。

【図6】1回の放電によって得られる2つの2次の近似曲線式で表される近似特性曲線の一例を示すグラフである。

【図7】一実施の形態において、2つの近似特性曲線上への2つの任意の点の定め方を説明するためのグラフである。

【図8】一方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図9】他方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図10】図2中のマイコンが純抵抗測定のため予め定めたプログラムに従って行う処理を示すフローチャートである。

【図11】他の実施の形態において、2つの近似特性曲線上への2つの点の定め方を説明するためのグラフである。

【図12】他の実施の形態において、一方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

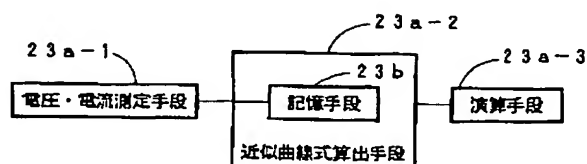
【図13】他の実施の形態において、他方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図14】従来のバッテリーの純抵抗の測定の仕方を説明するためのグラフである。

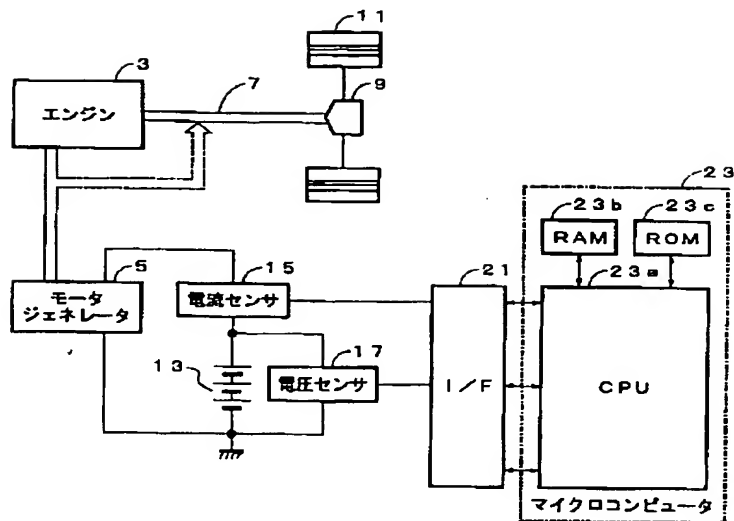
【符号の説明】

- 23a-1 電圧・電流測定手段 (CPU)
- 23a-2 近似曲線式算出手段 (CPU)
- 23a-3 演算手段 (CPU)
- 23b 記憶手段 (RAM)

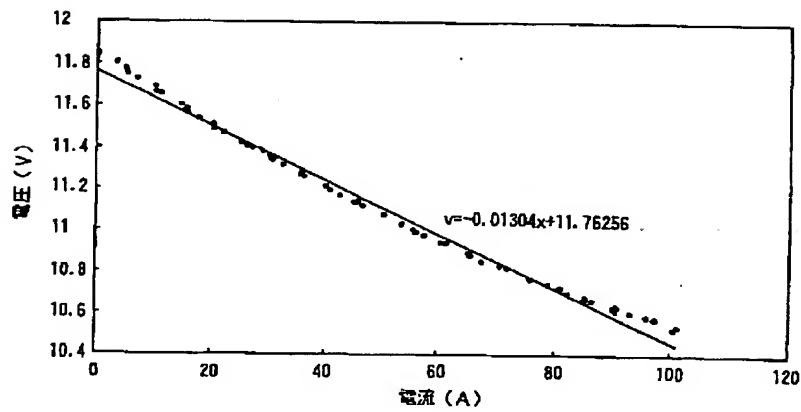
【図1】



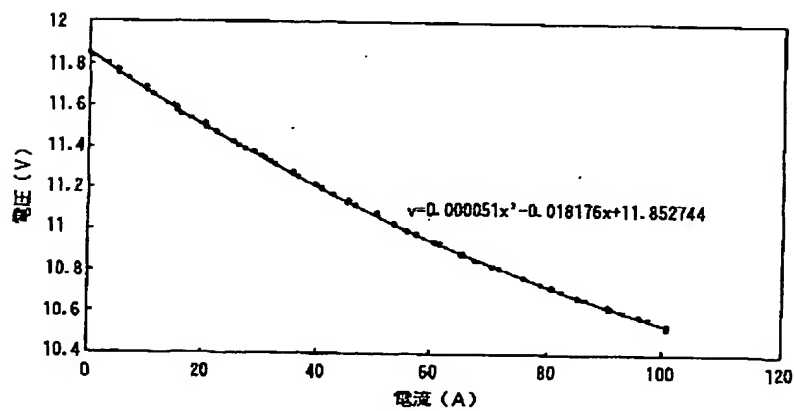
【図2】



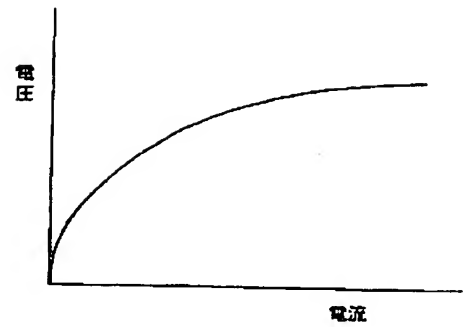
【図3】



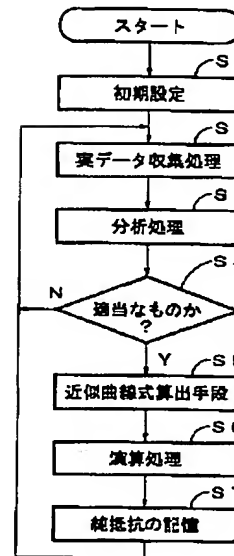
【図4】



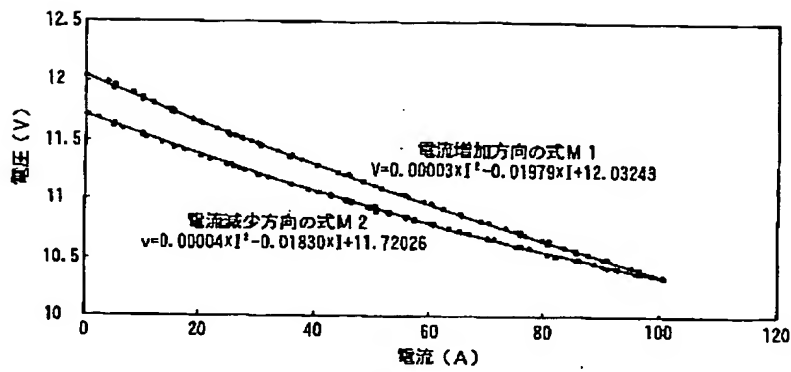
【図5】



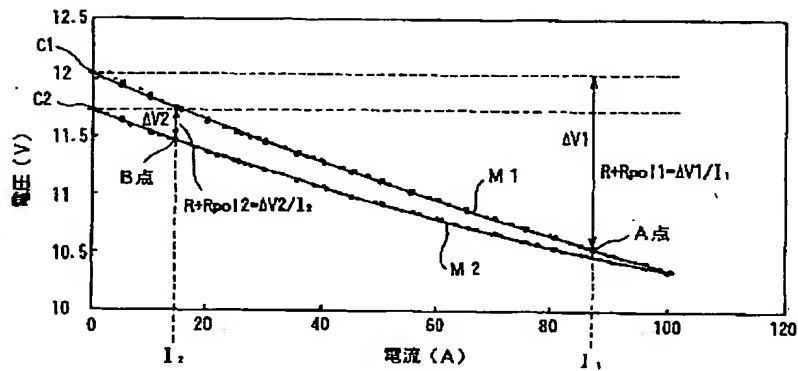
【図10】



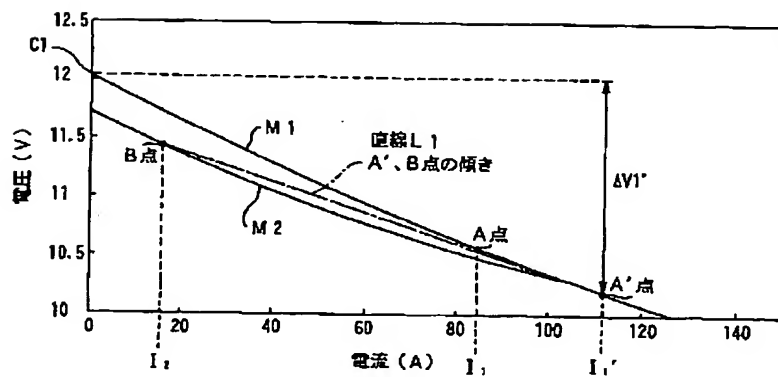
【図6】



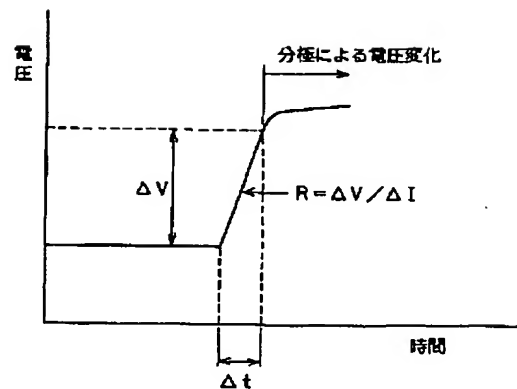
【図7】



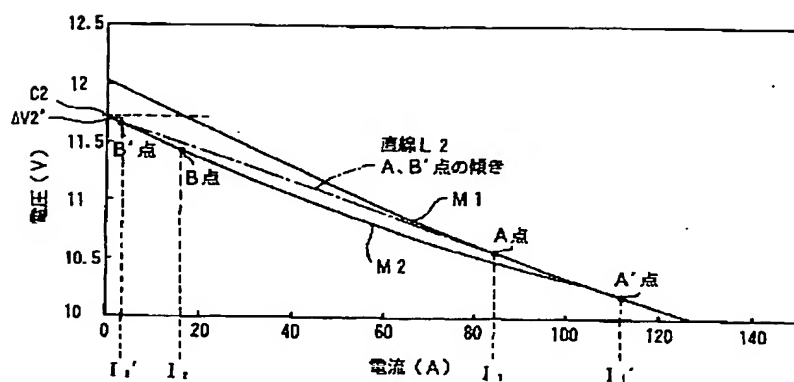
【図8】



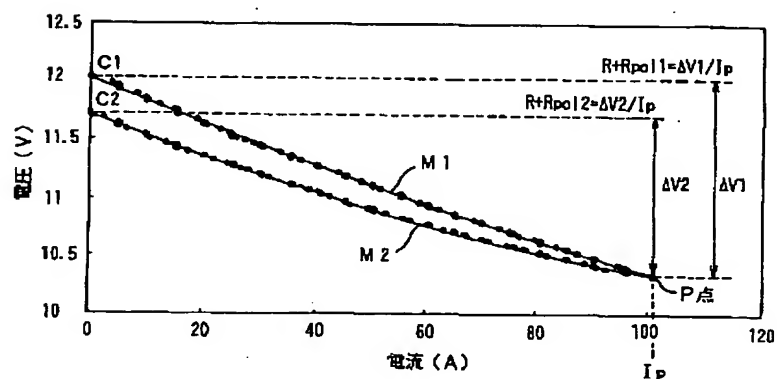
【図14】



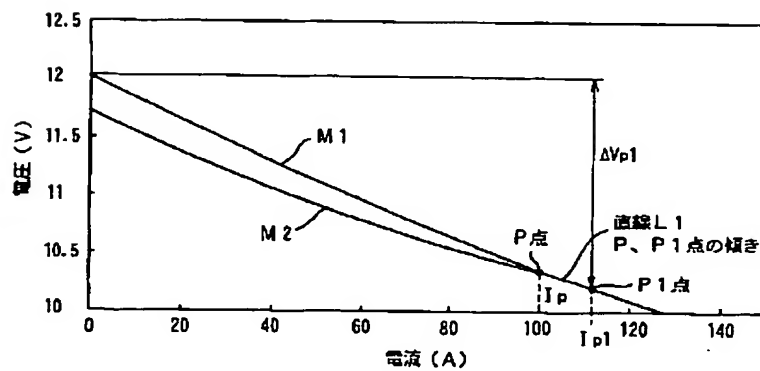
【図9】



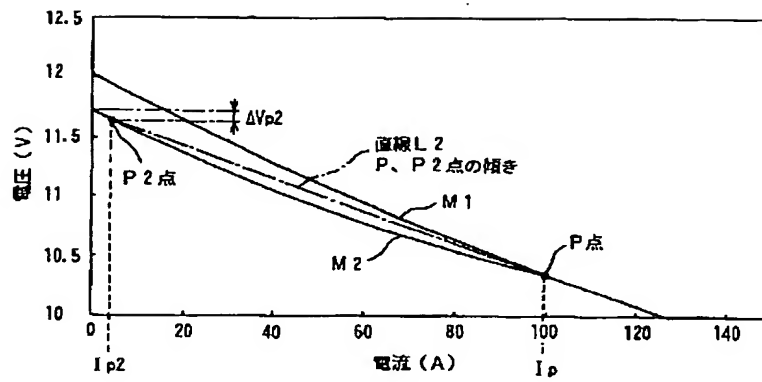
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 蒲原 英明
 静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
 内
 (72)発明者 荒井 洋一
 静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
 内

Fターム(参考) 2G016 CA03 CB01 CB06 CB13 CB21
 CC01 CC02 CC03 CC16 CC24
 CC27 CC28
 5G003 AA07 BA01 CA01 CA11 DA04
 GC05
 5H030 AA06 AS08 FF42 FF44